

AVALIAÇÃO DO EFEITO DO DESBASTE SISTEMÁTICO NO CRESCIMENTO EXCÊNTRICO DE *PINUS TAEDA* L.

Carlos Eduardo Arnt Ramos^{1*}, Julio Eduardo Arce²

^{1*}Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, Paraná, Brasil – duvxx@hotmail.com

²Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Paraná, Brasil – jarce@ufpr.br

Resumo

O desbaste de árvores em povoamentos florestais é uma prática usual que tem por objetivo oferecer maior quantidade de água, nutrientes, luz e espaço para cada planta se desenvolver, aumentando assim o crescimento individual em volume e diâmetro. É possível que, por ser o estímulo decorrente do desbaste desigual ao redor da árvore, especialmente quando se retira uma linha inteira (desbaste sistemático), o desenvolvimento da copa seja afetado e consequentemente também o crescimento radial do fuste, resultando em um deslocamento da medula no tronco. Para medir o efeito do desbaste da sexta linha no crescimento excêntrico do *Pinus taeda* L., foram analisadas 95 seções transversais à altura do peito de uma população de 16 anos de idade, distribuídas em três tratamentos, sendo eles sem desbaste, com desbaste da sexta linha e com desbaste da segunda linha. Os raios nas quatro direções foram medidos e a razão do crescimento em raios opostos comparados entre si. Apesar de haver diferença estatística entre um único par de médias, o crescimento excêntrico se mostrou um fenômeno muito randomizado pouco afetado pelo desbaste sistemático. *Palavras-chave:* deslocamento da medula, manejo florestal.

Abstract

Evaluation of the effect of systematic thinning on Pinus taeda L. eccentric growth. Forest thinning is a common practice that aims to provide greater amounts of water, nutrients, light and space to increase development, allowing faster growth rates and higher volumes and diameters. It is possible that, as the better conditions of growth provided by thinning around each tree might be unequal, especially when it comes to systematic thinning, the treetop development might be affected and so is the thickening of the trunk, resulting in a displacement of the marrow. In order to measure the effect of the thinning of the sixth or the second row on the eccentric growth of Pinus taeda L., cross sections were taken from the chest high of 95 specimens harvested from a 16 years-old population and these were subjected to three different treatments: without thinning, with thinning of the sixth line and with thinning of the second line. Four radiuses in four directions were measured and the width ratios in opposite directions were compared. Despite there was a statistic difference between only two averages, the eccentric growth was considered too random and minimally affected by the systematic thinning.

Keywords: marrow displacement, forest management.

INTRODUÇÃO

Existem três principais tipos de desbastes praticados em florestas plantadas, sendo eles o desbaste seletivo, no qual são retiradas árvores estratégicas para estimular o crescimento em diâmetro das árvores remanescentes, o desbaste sistemático, que consiste na retirada de linhas inteiras de árvores em intervalos geralmente homogêneos entre si, e o desbaste misto, que mescla as duas técnicas para possibilitar a seleção das árvores a serem retiradas de forma mecanizada em grandes áreas de floresta. É possível que esse estímulo extra proporcionado pela retirada de uma linha de árvores possa ter efeitos indesejados sobre a forma da árvore, como desenvolvimento desigual da copa e consequente deslocamento da medula.

O deslocamento da medula é um fenômeno que acarreta consequências no processo de produção e qualidade de diferentes produtos madeireiros. Nas serrarias, toras nessa condição diminuem o rendimento do desdobro, aumentam a incidência de defeitos de secagem e diminuem a resistência mecânica da madeira (VIDAURRE *et al.*, 2013).

Esse fenômeno ocorre devido à distribuição preferencial de hormônios de crescimento, principalmente AIA (ácido indol-3-acético), provocada por fatores como declividade do terreno, luminosidade heterogênea, vento ou sujeição a uma carga durante o crescimento (HELLGREN *et al.*, 2004; cf. VIDAURRE *et al.*, 2013). Esta distribuição tendenciosa do hormônio estimula o câmbio a produzir células diferenciadas, que formam o chamado lenho de reação, cujas propriedades físicas, mecânicas e anatômicas são modificadas, incluindo os anéis de crescimento, que são mais largos que no restante da árvore.

Mesmo com o melhoramento genético e a homogeneidade dos maciços florestais de *Pinus taeda* L., esse fenômeno ainda tem um efeito econômico significativo para a indústria madeireira. O objetivo desse trabalho é estudar o efeito do desbaste sistemático da sexta linha sobre o crescimento secundário do *P. taeda*,

verificando se há diferença no raio de crescimento em direções opostas, especialmente nas árvores vizinhas à linha retirada.

MATERIAL E MÉTODOS

As três florestas estudadas têm 16 anos e são próximas entre si, situadas no município de Tibagi-PR em solo raso, e apresentam características semelhantes de crescimento em altura (altura dominante aos 15 anos igual a 15,5 m), o que indica condições de sítio também semelhantes. As linhas de plantio nos três talhões estão alinhadas a nordeste e sujeitas a vento dominante sul.

As áreas foram divididas em três tratamentos diferenciados pela intensidade do desbaste, sendo eles: sem desbaste, chamado T (testemunha), com desbaste da sexta linha aos 12 anos, chamado T1, e com desbaste da segunda linha aos 13 anos, chamado T2. Os tratamentos T e T2 foram amostrados com 30 árvores, e o tratamento T1 foi amostrado com 35 árvores, sendo que 5 dos discos em cada tratamento foram obtidos a partir de árvores de bordadura. O processo de amostragem se deu a partir da seleção aleatória de uma árvore, seguida pela sistematização das quatro árvores subsequentes, formando grupos distribuídos aleatoriamente em cada tratamento, formados por cinco árvores alinhadas perpendicularmente às linhas de plantio. Os grupos se encaixam entre duas linhas desbastadas, no caso do tratamento T1.

Para mensurar o efeito dos tratamentos sobre o crescimento secundário do tronco, seções transversais à altura do peito (1,30 m do solo) foram analisadas. Mediram-se as distâncias entre a medula e a casca em duas direções perpendiculares, ou seja, quatro sentidos. O primeiro raio medido segue uma marcação feita com tinta branca à direita (anterior à derrubada), tendo como referência um observador na estrada. Essa marcação aponta aproximadamente a direção sudeste em todos os talhões, os quais apresentam leve declividade (entre 10 e 13%) no sentido noroeste (T), nordeste (T1) e norte (T2).

As medições obtidas foram organizadas segundo direção e sentido, tratamento e posição no bloco de cinco árvores entre linhas desbastadas (no caso do tratamento T1). Em seguida, foram calculadas as razões entre medições de sentidos opostos na mesma idade, sendo nomeada razão 1/3 a divisão do raio à direita pelo raio à esquerda, para mensurar o efeito da proximidade entre o indivíduo e a sexta linha retirada, e razão 2/4 a divisão do raio que aponta para o rio (frente) dividido pelo raio que aponta para a estrada (trás), para mensurar o efeito de borda, como estímulo à excentricidade. Abaixo, uma ilustração das cinco posições entre linhas desbastadas no tratamento T1 e os raios medidos.

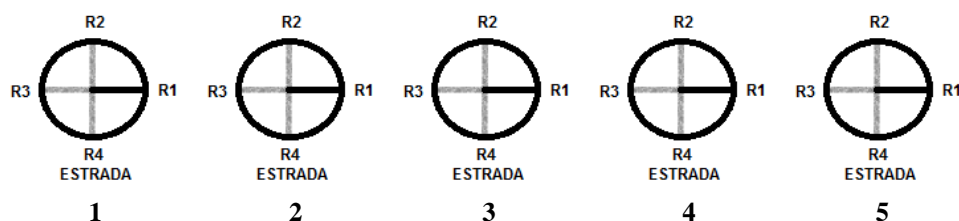


Figura 1. Ilustração das cinco posições no tratamento T1.

Figure 1. Illustration of the five positions in treatment T1.

As árvores em cada posição em relação à linha retirada, da mais à esquerda (linha 1) para a mais da direita (linha 5), tiveram suas médias das razões 1/3 e 2/4, separadamente, comparadas segundo a Análise de Variância (ANOVA). Para efeito visual, as médias das razões foram subtraídas dos valores individuais, a fim de transformar valores que tendem para a esquerda (razão 1/3) e para a estrada (razão 2/4) em valores negativos, os que tendem para a direita e para o rio em valores positivos, e atribuindo ao crescimento igual à média do tratamento o valor zero. As variâncias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste F, e as médias segundo o método da ANOVA (Análise de Variância). As médias, duas a duas, foram comparadas segundo o Teste T de Student. O mesmo procedimento foi realizado para o tratamento T1 separadamente, para avaliar as médias das diferentes posições entre linhas de desbaste.

RESULTADOS

Para verificar a homogeneidade dos tratamentos, usando as médias das amostras dentro de cada talhão e na bordadura, foi feita a ANOVA para a razão 2/4 dos três tratamentos (interior do talhão e da bordadura), totalizando seis médias. A Tabela 1 mostra as médias e a Tabela 2, os resultados da análise de variância.

Tabela 1. Médias e desvio padrão (DP) da razão 2/4 do interior do talhão e da bordadura nos três tratamentos.

Table 1. Average and standard deviation (DP) of front/back ratio of the three treatments from inside the forest and from the edge.

Valor	Interior do Talhão			Bordadura		
	T	T1	T2	T	T1	T2
n	25	30	25	5	5	5
Média	0	0,268	0	-0,186	-0,064	0,035
DP	0,150	0,109	0,114	0,187	0,112	0,062

Tabela 2. Tabela ANOVA para a razão 2/4 dos três tratamentos, das amostras do interior do talhão e da bordadura.

Table 2. ANOVA table for front/back ratio values of the three treatments, samples from inside the forest and from the edge.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,0103	5	0,0021	0,132	0,985	2,323
Dentro dos grupos	1,319	84	0,0157			
Total	1,33	89				

A ANOVA demonstra que não há diferença estatística entre as médias ao grau de 5% de significância. Isso, somado à homogeneidade das variâncias evidenciada pelo Teste F das amostras duas a duas, atesta que a bordadura não tem um efeito relevante sobre o crescimento excêntrico das árvores. Apesar de as médias e variâncias dos tratamentos serem homogêneas para a razão 2/4, há uma diferença significativa entre as variâncias da razão 1/3 dos tratamentos T e T1, excluindo-se as amostras da bordadura, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3. Teste F da razão 1/3 das variâncias dos tratamentos T e T1 sem amostras da bordadura.

Table 3. F Test for Right/left ratio variance of T and T1 treatments without edge samples.

	<i>T</i>	<i>T1</i>
Média	1,0558	1,00843
Variância	0,0058	0,000884
Observações	25	30
Gl	24	29
F	6,599	
P(F<=f) uni-caudal	1,89E-06	
F crítico uni-caudal	1,901	

Como a variância foi afetada no tratamento T1, torna-se adequado averiguar como esse efeito, causado pela retirada da sexta linha, distribui-se nas cinco linhas remanescentes. Na Tabela 4 estão dispostos os valores da razão 1/3 de cada árvore amostrada seguidos das médias de cada uma das 5 linhas.

Tabela 4. Valores da razão 1/3 do tratamento T1 sem as árvores da bordadura.

Table 4. Right/left ratio values for T1 treatment without edge samples.

Amostra	Linha				
	1	2	3	4	5
1	-0,140	-0,088	-0,004	0,043	-0,039
2	0,083	0,030	0,204	-0,114	-0,084
3	-0,044	0,030	-0,114	0,226	-0,148
4	-0,052	0,026	0,031	0,204	0,031
5	0,004	-0,185	0,166	0,127	-0,079
6	0,031	0,056	0,004	0,140	-0,076
Médias	-0,019	-0,021	0,048	0,104	-0,066

Como as variâncias das médias das 5 linhas são homogêneas segundo o Teste F, prosseguiu-se com a Análise de Variância (ANOVA). A ANOVA das cinco posições demonstrou que existe pelo menos uma média que se diferencia estatisticamente das demais, como consta na Tabela 5. As médias com seus desvios padrões (DP) em rótulo estão na Figura 2.

Tabela 5. Tabela ANOVA para a razão 1/3 das 5 posições do tratamento T1 sem bordadura.

Table 5. ANOVA table for right/left ratio values of the 5 positions on the T1 treatment without edge samples.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,108	4	0,027	2,80	0,048	2,76
Dentro dos grupos	0,241	25	0,0096			
Total	0,348	29				

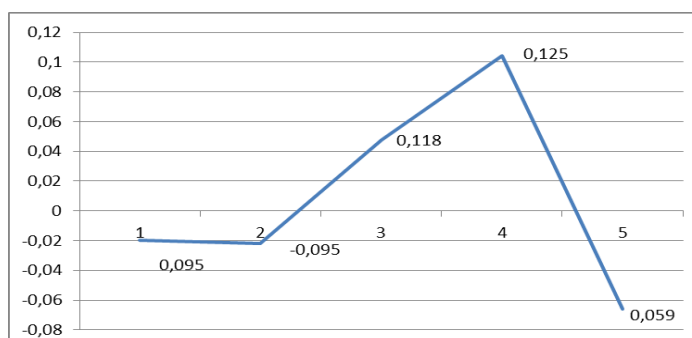


Figura 2. Gráfico das médias das cinco posições para a variável “razão 1/3”, com desvio padrão no rótulo.

Figure 2. Right/left ratio averages for the five positions relative to the thinning, with standard deviation in the labels.

Entre as cinco posições relativas à linha de desbaste no tratamento T1, apesar de as médias das quatro primeiras linhas também não se diferenciarem estatisticamente, há uma certa tendência visual que sugere o crescimento em diâmetro preferencial no sentido da linha desbastada. Essa tendência se perde completamente na linha número 5 (mais da direita), que teve sua medula deslocada no oposto da tendência (Figura 2).

A ocorrência de diferença significativa entre médias das linhas do tratamento T1 foi avaliada por meio do teste T de Student. A única diferença foi observada entre as linhas 4 e 5, conforme demonstram os dados da Tabela 6.

Tabela 6. Teste T de Student para as médias das linhas 4 e 5.
Tabela 6. *T Test for the averages of lines 4 and 5.*

	<i>Linha 5</i>	<i>Linha 4</i>
Média	-0,066	0,104
Variância	0,0035	0,016
Observações	6	6
Correlação de Pearson	0,037	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	5	
Stat t	-3,05	
P(T<=t) uni-caudal	0,014	
t crítico uni-caudal	2,015	
P(T<=t) bi-caudal	0,028	
t crítico bi-caudal	2,571	

DISCUSSÃO

A única diferença estatística ao nível de 5% significância foi encontrada entre as linhas número 4 e 5 no tratamento T1. Contudo, a linha 5 está completamente fora do padrão apresentado pelas demais médias. Isso se deu porque a variância das amostras é grande demais para se validar uma diferença estatística, o que indica que o fenômeno é muito randomizado e o efeito do desbaste ou da bordadura é muito pequeno frente a essa característica.

Ferrand (1983 *apud* CARDOSO JUNIOR *et al.*, 2005) considera os desbastes drásticos e precipitados como redutores das tensões de crescimento em *Eucalyptus sp.*, que foram relacionadas à ocorrência de “deformação residual longitudinal”. Este resultado indica que maiores tensões de crescimento e portanto maior incidência de lenho de reação estão relacionadas à competição entre os indivíduos. Quando observadas as seções transversais, nota-se que a excentricidade começa a se manifestar mais intensamente a partir do sexto ano de idade, justamente na idade que as árvores começam a competir. Essa constatação e a contribuição de Ferrand são evidências de que o crescimento excêntrico é consequência da competição, que estimula a árvore a crescer mais para o lado oposto, e não pela maior oferta de nutrientes, água, luz e espaço, que supostamente atrairia o crescimento do indivíduo.

O resultado mostra que não houve diferença entre as médias da razão 2/4 do interior de cada tratamento e a média da bordadura. Isso indica mais uma vez que a maior oferta de nutrientes, água e luz não é a responsável por um maior crescimento excêntrico, pois as árvores da bordadura da floresta são as mais sujeitas a esta oferta desigual. Contudo, no tratamento T2 há nítida tendência de crescimento excêntrico e inclinação do tronco, com provável incidência de lenho de reação, nas árvores adjacentes a falhas (plantas que pereceram nos primeiros meses de plantio, sem presença de toco), na direção da falha. Isso provavelmente se deve à maior flexibilidade da estrutura nos primeiros anos de vida, que possibilitaria uma reação mais efetiva às condições de competição.

Este experimento se deu explorando o efeito apenas na primeira tora, contudo, Ataíde *et al.* (2015) indicam a incidência do vento é um fator muito relevante na formação do lenho de reação, e sua influência se dá principalmente na porção superior da árvore, sugerindo que a análise de tronco completa forneceria informações mais conclusivas sobre o comportamento do crescimento secundário das árvores.

É igualmente interessante que se sucedam novas pesquisas para medir o efeito de outras variáveis nesse fenômeno. Melo (2004 *apud* CARDOSO JUNIOR *et al.*, 2005) destaca que as tensões de crescimento, ligadas ao crescimento excêntrico e à presença de lenho de reação, em *Eucalyptus sp.* variam dentro da espécie e entre

espécies, portanto o problema é minimizado não só pelo refinamento dos tratos silviculturais, mas também por iniciativas de melhoramento genético voltados para este fim.

CONCLUSÃO

Não há evidências suficientes que sustentem a hipótese de que o desbaste sistemático seja determinante no maior deslocamento da medula à altura do peito. Sugere-se que se façam novos experimentos, com intervalo mais longo do desbaste para melhor avaliação da resposta das plantas ao estímulo. Além disso, deve-se fazer a análise de tronco completa para amostrar também as seções transversais a maiores alturas, com maior incidência de lenho de compressão e crescimento excêntrico. O ideal seria fazer as análises em um plantio experimental implantado para este fim, onde houvesse menores variabilidades genética e de sítio.

AGRADECIMENTOS

À Reggia-ICA, empresa que me cedeu o material para a pesquisa.

Aos professores, colaboradores e amigos do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, pela dedicação em fazer uma universidade sempre melhor. Ao orientador Prof. Dr. Júlio Arce, pelo suporte e compreensão.

À banca avaliadora, pela disposição em participar de um momento tão importante na minha vida.

Aos meus pais, Luiz e Lúcia, e minha avó, Regina, que me apoiaram e orientaram com carinho e reconhecimento.

Ao meu amor, Mariana, pelo exemplo de organização e superação.

E finalmente os meus irmãos, André e Inara, pelas contribuições com experiência e divertimento nas horas de tensão.

Um agradecimento especial ao querido Vozão, Ivo Carlos Arnt, cujo valor e inteligência me inspiram todos os dias da minha vida.

BIBLIOGRAFIA

ATAÍDE, G. M.; CASTRO, R. V. O.; CORREIRA, A. C. G.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; ROSADO, A. M. Interação árvores e ventos: aspectos ecofisiológicos e silviculturais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 523-536.

CARDOSO JUNIOR, A. A.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S.; MENDES, L. M. Deformação residual longitudinal em diferentes espaçamentos e idades em clone de híbrido de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 218-224.

FERRAND, J. C. Growth stresses and silviculture of Eucalyptus. **Australian Forest Research**, Collingwood, v. 13, n. 1, p. 75-81, 1983.

HELLGREN, J. M.; OLOFSSON, K.; SUNDBERG, B. Patterns of auxin distribution during gravitational induction of reaction wood in poplar and pine. **American Society of Plant Biologists**, v. 135, n. 1, p. 212-220.

VIDAURRE, G. B.; LOMBARDI, L. R.; NUTTO, L.; FRANÇA, F. J. N.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. C. Propriedades da madeira de reação. **Floresta e Ambiente**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 26-37.